ASSOCIAÇÃO ENTRE COMPOSIÇÃO QUÍMICA E PERFIL SENSORIAL DE GENÓTIPOS DE *Coffea canephora*

Autores: Mariana Lugon Dutra Marques, Lidiane dos Santos Gomes Oliveira, Matheus Alves Silva, Diego Pereira do Couto, Ramon Azevedo Braz, Márcia Flores da Silva Ferreira, Adésio Ferreira.

Universidade Federal do Espírito Santo, Alto Universitário, s/n, Guararema – 29500-000 – Alegre- ES, Brasil, autor1 mariana.lugon@outlook.com, autor2 lidianegomes31@gmail.com, autor 3 alvesmatheus21@gmail.com

Resumo:

A qualidade da bebida do café resulta da interação entre características químicas e sensoriais, que podem variar entre genótipos. Objetivou-se avaliar, por meio da Análise de Correspondência, as associações entre a composição química e o perfil sensorial de 16 genótipos de *Coffea canephora*. Foram avaliados atributos sensoriais, descritores da bebida e teores de cafeína e trigonelina, conforme protocolo do Coffee Quality Institute/Ugandan Coffee Development Authority. As duas primeiras dimensões da análise explicaram 42,90% da variabilidade total e permitiram identificar três padrões de associação. Sete genótipos apresentaram maior proximidade com as categorias de cafeína e trigonelina e maior distanciamento dos descritores doce, frutado e achocolatado. Outros oito genótipos associaram-se principalmente aos descritores doce, frutado, cereal, torrado, cacau e chocolate. O genótipo G130_5 apresentou comportamento divergente, associando-se aos descritores vegetal, terroso e papel mofado. A análise evidenciou variabilidade entre os materiais e diferentes associações entre características químicas e sensoriais.

Palavras-chave: Qualidade da bebida. diversidade fenotípica. seleção de materiais. análise multivariada.

Área do Conhecimento: Ciências Agrárias

Introdução

A qualidade da bebida constitui um dos principais critérios de valorização comercial do café e resulta da interação entre fatores genéticos, ambientais e tecnológicos. Em *Coffea canephora*, a ampla variabilidade genética existente entre os genótipos pode ocasionar diferenças na composição química dos grãos e, consequentemente, nos atributos de aroma, sabor, doçura, corpo e qualidade global da bebida (Lemos et al., 2020; Machado et al., 2022). Essa diversidade representa uma oportunidade para identificar materiais com perfis sensoriais diferenciados e maior potencial de utilização em programas de melhoramento genético.

Entre os compostos presentes nos grãos, a cafeína e a trigonelina apresentam importância para a caracterização química e sensorial do café. A cafeína está relacionada principalmente ao amargor, enquanto a trigonelina participa, durante a torra, da formação de substâncias que contribuem para o aroma e o sabor da bebida. Entretanto, a relação entre as concentrações desses compostos e a expressão dos descritores sensoriais não é necessariamente direta, pois também depende da interação com açúcares, ácidos clorogênicos, compostos voláteis e produtos formados durante a torrefação. Viencz et al. (2023) demonstraram variação expressiva nos teores desses componentes entre clones e híbridos de *C. canephora*, enquanto Machado et al. (2022) observaram divergência entre genótipos quanto aos compostos voláteis e atributos sensoriais.

Nesse contexto, a análise conjunta das características químicas e sensoriais permite compreender melhor a diversidade existente entre os materiais e identificar associações relevantes para a seleção de genótipos destinados à produção de cafés de maior qualidade. Assim, objetivou-se

avaliar, por meio da Análise de Correspondência, as associações entre os teores de cafeína e trigonelina e o perfil sensorial de 16 genótipos de *Coffea canephora*.

Metodologia

Foram avaliados 16 genótipos de café, representados por uma amostra de cada material, quanto aos atributos sensoriais e aos teores de cafeína e trigonelina. A análise sensorial foi conduzida por quatro avaliadores certificados como Q Robusta Graders, utilizando cinco xícaras por amostra, preparadas com 8,75 g de café moído em 150 mL de água (HETZEL, 2011). A infusão foi realizada a 93 °C e a degustação iniciada quando a temperatura atingiu aproximadamente 55 °C, respeitando-se o intervalo mínimo de quatro minutos após a infusão. As avaliações seguiram o protocolo Fine Robusta Standards and Protocols, proposto pelo Coffee Quality Institute/Ugandan Coffee Development Authority (CQI/UCDA), contemplando os atributos fragrância/aroma, sabor, sabor residual, acidez/salinidade, sensação na boca, balanço, uniformidade, xícara limpa, amargor/doçura e nota geral, pontuados em escala de até 10 pontos. A pontuação final foi obtida pela soma dos atributos, descontando-se eventuais defeitos leves ou graves, e utilizada para classificação da qualidade da bebida conforme o protocolo CQI/UCDA (HETZEL, 2011).

Para a determinação da composição química, foram preparados extratos aquosos a partir de 5 g de café moído de cada genótipo, submetidos à extração com água ultrapura a aproximadamente 100 °C, conforme Do Carmo et al. (2022), com modificações. Após filtração, cada extrato foi analisado em triplicata analítica por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE), em cromatógrafo Shimadzu equipado com coluna de fase reversa C18 e detector UV/Visível. A separação cromatográfica foi realizada utilizando fase móvel composta por metanol, água e ácido acético na proporção de 20:80:1, fluxo de 1,0 mL min^{-1}, volume de injeção de 20 µL e temperatura de 30 °C. A detecção foi realizada a 272 nm para cafeína e 260 nm para trigonelina, conforme Viencz et al. (2023). A identificação dos compostos baseou-se nos tempos de retenção e nos espectros de absorção UV, enquanto a quantificação foi realizada por padronização externa, utilizando curvas analíticas de seis pontos, nos intervalos de 10 a 60 µg mL^{-1} para cafeína e de 1 a 30 µg mL^{-1} para trigonelina.

Os dados referentes aos atributos sensoriais — fragrância/aroma, sabor, sabor residual, acidez/salinidade, sensação na boca, balanço, amargor/doçura e pontuação final — e às categorias dos teores de cafeína e trigonelina foram submetidos à Análise de Correspondência (AC). As análises foram realizadas no software R (R CORE TEAM, 2025), utilizando os pacotes FactoMineR e factoextra.

Resultados

A Análise de Correspondência possibilitou visualizar os padrões de associação entre os genótipos, os descritores sensoriais e as categorias de cafeína e trigonelina. As duas primeiras dimensões explicaram 42,90% da conjuntamente variabilidade total dos dados, permitindo distinguir três padrões principais de distribuição entre os materiais avaliados (Figura 1).

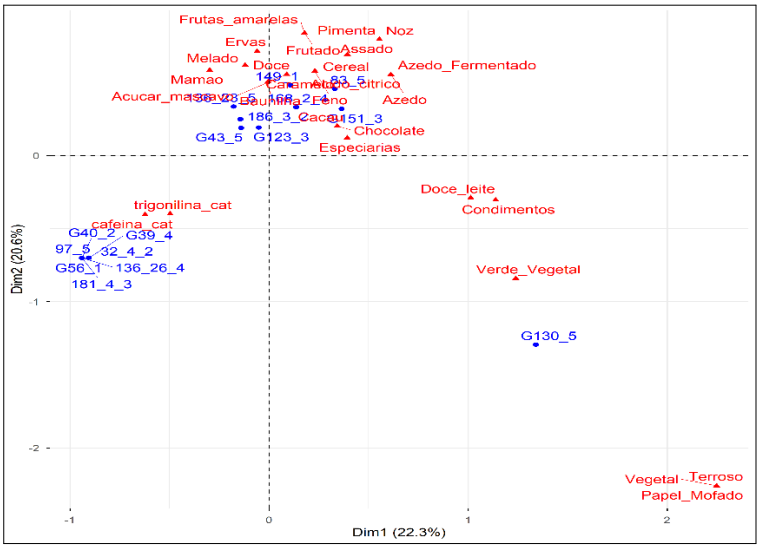


Figura 1- Análise de Correspondência entre genótipos, composição química e descritores sensoriais de *Coffea canephora*

Fonte: Elaborada pelos autores (2026).

Um primeiro grupo, composto pelos genótipos G40_2, G56_1, G39_4, 97_5, 32_4_2, 136_26_4 e 181_4_3, apresentou maior proximidade com as categorias relacionadas à cafeína e à trigonelina, além de maior distanciamento dos descritores doce, frutado e achocolatado. Um segundo grupo, formado pelos genótipos 149_1, 83_5, 168_2_4, G151_3, 136_23_5, 186_3_2, G43_5 e G123_3, apresentou maior associação com os descritores doce, frutado, cereal, torrado, cacau e chocolate, indicando perfil sensorial distinto do primeiro grupo. Por sua vez, o genótipo G130_5 apresentou comportamento mais divergente em relação aos demais, posicionando-se próximo aos descritores vegetal, terroso e papel mofado (Figura 1).

Esses resultados evidenciam a existência de variabilidade entre os genótipos quanto aos padrões de associação entre composição química e características sensoriais da bebida.

Discussão

A Análise de Correspondência (Figura 1) confirmou a expressiva variabilidade química e sensorial entre os genótipos de *Coffea canephora*, evidenciando que os materiais apresentam combinações distintas entre metabólitos e atributos da bebida. Essa variação corrobora os achados de Caporaso et al. (2018), que destacam a influência do genótipo, do manejo e do processamento sobre os teores de cafeína e trigonelina, reforçando o uso desses alcaloides na triagem de germoplasma.

O agrupamento dos genótipos G40_2, G56_1, G39_4, 97_5, 32_4_2, 136_26_4 e 181_4_3 junto às maiores categorias de cafeína e trigonelina, e oposto aos descritores doce, frutado e achocolatado, sugere maior intensidade de amargor. Lemos et al. (2020) ressaltam que a cafeína, mais abundante em *C. canephora* do que em *C. arabica*, atua em sinergia com os ácidos clorogênicos na expressão de amargor e adstringência. Contudo, a proximidade com a trigonelina não indica menor qualidade per se, visto que este composto gera voláteis desejáveis durante a torra. De fato, Lemos et al. (2020) observaram alta qualidade sensorial e notas de mel e frutas no genótipo Diamante 108, a despeito dos elevados teores de cafeína e trigonelina, demonstrando que a qualidade decorre da interação entre múltiplos componentes, e não de metabólitos isolados.

Em contrapartida, o grupo formado por 149_1, 83_5, 168_2_4, G151_3, 136_23_5, 186_3_2, G43_5 e G123_3 associou-se a descritores valorizados em cafés especiais (doce, frutado, cacau, chocolate, cereal e torrado). Conforme Xu et al. (2026) e Freitas et al. (2024), a formação dessas notas decorre de reações na torra envolvendo açúcares, aminoácidos e precursores de pirazinas, terpenos e ésteres, que alteram o perfil sensorial e podem intensificar a doçura percebida. Sob condições padronizadas de processamento, essa diferenciação reforça o controle genético sobre o perfil aromático dos grãos. Adicionalmente, diferenças na fração lipídica e sua evolução na maturação (Fabella-Garcia et al., 2025) podem explicar variações sensoriais entre genótipos com teores semelhantes de alcaloides, atuando na retenção de aromas e percepção de corpo.

Por fim, o genótipo G130_5 destacou-se negativamente ao associar-se a notas de vegetal, terroso e papel mofado. Atributos terrosos e mofados são associados a metabólitos microbianos (como geosmina) e à oxidação de constituintes (Xu et al., 2026), enquanto notas vegetais derivam frequentemente de frutos imaturos (Lemos et al., 2020). Embora as duas primeiras dimensões tenham explicado 42,90% da variabilidade total, revelando tendências claras, a validação desses materiais

requer a avaliação da repetibilidade entre safras e a quantificação detalhada de açúcares, ácidos orgânicos e compostos voláteis.

Conclusão

A Análise de Correspondência evidenciou variabilidade entre os genótipos de *Coffea canephora* quanto à composição química e aos descritores sensoriais. Os genótipos 149_1, 83_5, 168_2_4, G151_3, 136_23_5, 186_3_2, G43_5 e G123_3 destacaram-se pela associação com atributos desejáveis, como doce, frutado, cereal, torrado, cacau e chocolate, indicando potencial para a obtenção de bebidas com perfil sensorial diferenciado. Em contraste, G130_5 apresentou comportamento divergente, associado aos descritores vegetal, terroso e papel mofado. Os resultados demonstram que a integração entre composição química e avaliação sensorial é útil para caracterizar e discriminar genótipos, contribuindo para a identificação de materiais promissores em programas de melhoramento de *C. canephora*. Entretanto, os padrões observados devem ser confirmados em diferentes safras, ambientes e condições padronizadas de processamento.

Referências

CAPORASO, N.; WHITWORTH, M. B.; GREBBY, S.; FISK, I. D. Non-destructive analysis of sucrose, caffeine and trigonelline on single green coffee beans by hyperspectral imaging. Food Research International, v. 106, p. 193–203, 2018. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.12.031.

DO CARMO, L. B.; BENINCÁ, D. B.; GRANCIERI, M.; PEREIRA, L. V.; LIMA FILHO, T.; SARAIVA, S. H.; SILVA, P. I.; OLIVEIRA, D. S.; COSTA, A. G. V. Green coffee extract microencapsulated: physicochemical characteristics, stability, bioaccessibility, and sensory acceptability through dairy beverage consumption. International Journal of Environmental Research and Public Health, v. 19, n. 20, 2022.

FABELLA-GARCIA, J. M. A.; KRETZSCHMAR, T.; PATEL, P.; LIU, L. From green bean to brewed coffee: a lipidomic perspective on coffee lipid composition. Food Chemistry, v. 496, parte 1, art. 146606, 2025. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2025.146606

FREITAS, V. V. et al. Influence of roasting levels on chemical composition and sensory quality of Arabica and Robusta coffee: a comparative study. Food Bioscience, v. 59, art. 104171, 2024. DOI: https://doi.org/10.1016/j.fbio.2024.104171.

HETZEL, A. Fine Robusta standards and protocols. Coffee Quality Institute: Uganda Coffee Development Authority, p. 28–32, 2011.

LEMOS, M. F.; PEREZ, C.; CUNHA, P. H. P. da; FILGUEIRAS, P. R.; PEREIRA, L. L.; FONSECA, A. F. A. da; IFA, D. R.; SCHERER, R. Chemical and sensory profile of new genotypes of Brazilian Coffea canephora. Food Chemistry, v. 310, art. 125850, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125850.

MACHADO, J. L.; TOMAZ, M. A.; LUZ, J. M. R. da; OSÓRIO, V. M.; COSTA, A. V.; COLODETTI, T. V.; DEBONA, D. G.; PEREIRA, L. L. Evaluation of genetic divergence of coffee genotypes using the volatile compounds and sensory attributes profile. Journal of Food Science, v. 87, n. 1, p. 383–395, 2022. DOI: https://doi.org/10.1111/1750-3841.15986.

VIENCZ, T.; ACRE, L. B.; ROCHA, R. B.; ALVES, E. A.; RAMALHO, A. R.; BENASSI, M. T. Caffeine, trigonelline, chlorogenic acids, melanoidins, and diterpenes contents of Coffea canephora coffees produced in the Amazon. Journal of Food Composition and Analysis, v. 117, art. 105140, 2023. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jfca.2023.105140.

XU, X. et al. Exploring the chemistry and craft behind coffee flavour underpinned by the growing coffee industry in China (Yunnan): a review. Journal of Food Composition and Analysis, v. 150, art. 108886, 2026. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jfca.2026.108886.

Agradecimentos

À Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio institucional, científico e financeiro para a realização deste trabalho.